

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 195 04 896 A 1

⑤ Int. Cl. 6:
H 04 B 10/08
G 01 M 11/02

⑳ Aktenzeichen: 195 04 896.2
㉑ Anmeldetag: 14. 2. 95
㉒ Offenlegungstag: 22. 8. 96

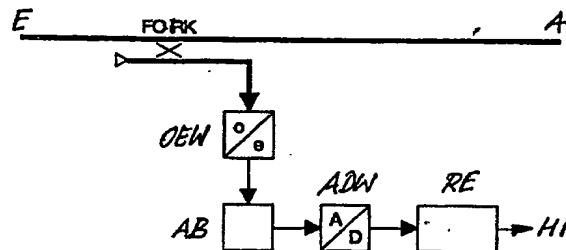
DE 195 04 896 A 1

㉓ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

㉔ Erfinder:
Bischoff, Mathias, Dr.-Ing., 81375 München, DE

⑤④ Überwachung der Übertragungsqualität transparenter optischer Netze

⑤⑦ Die Überwachung der Übertragungsqualität bei SDH- und ATM-Netzen erfolgt durch Bilden der Bit-Interleaved-parity (BIP) jeweils über einen Block der Nutzdaten. Voraussetzung dafür ist die Möglichkeit des direkten Zugriffs auf die Nutzdaten, die dem Wunsch nach möglichst umfassender Transparenz zukünftiger Netze widerspricht. Erfindungsgemäß wird eine stichprobenartige Abtastung eines Teilsignals vorgenommen, wobei die zur Signaltaktfrequenz asynchrone Abtastfrequenz etwa bei einem Tausendstel der Signalfrequenz liegt. Die durch die Abtastung gewonnenen Amplituden-Stichproben werden mittels eines an sich bekannten statistischen Verfahrens ausgewertet.



DE 195 04 896 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 98 802 034/125

6/28

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Übertragungsqualität transparenter optischer Netze entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Optische Netze auf der Basis hochbitratiger, fasergebundener Übertragungsstrecken mit optischen Umschaltern und gegebenenfalls auch mit optischem Frequenzmultiplex stellen das zukünftige Transportnetz der Telekommunikation dar. Bereits bestehende Netze werden sich auf diesem, vorerst als Overlay zu installierenden Netz abstützen.

Die zu erwartende Weiterentwicklung der Kommunikationsnetze macht es erforderlich, die optischen Netze möglichst transparent für ihre Benutzer zu gestalten. Dabei sind verschiedene Grade der Transparenz möglich. So ist zu unterscheiden, ob ein Netz hinsichtlich der Modulationsart, des Leitungscodes, der Taktfrequenz und/oder des Übertragungsformats — also beispielsweise der Wahl zwischen der pleiochronen oder der synchronen digitalen Hierarchie — transparent ist. Von praktischer Bedeutung sind dabei eine Reihe von Kombinationen, wobei ein Netz maximaler Transparenz hinsichtlich Modulationsart, Leitungscodes, Taktfrequenz und Übertragungsformat transparent ist, bei weniger hoher Transparenz ist die Modulationsart festgelegt, bei weiter abgesunkener Transparenz ist auch die Freiheit bezüglich des Leitungscodes entfallen und bei geringer Transparenz besteht nur Freiheit hinsichtlich des Übertragungsformats.

Das Management von Netzen macht es notwendig, die Übertragungsqualität zu überwachen. Diese Funktion wird bei Netzen der synchronen digitalen Hierarchie oder bei Netzen für ATM-Übertragung durch Bilden einer sogenannten Bit Interleaved parity (BIP), also der Bitparität, über einen Block der Nutzdaten realisiert. Das Ergebnis der Paritätsberechnung wird dabei zusätzlich zu den Nutzdaten vom Senderknoten zum Empfängerknoten übermittelt, wo durch einen Vergleich der Neuberechneten Parität mit dem empfangenen Wert eine Beurteilung der Übertragungsqualität bzw. die Erkennung von Übertragungsfehlern möglich ist. Dieses Verfahren setzt aber voraus, daß in jedem Netzknoten ein direkter Zugriff auf die Nutzdaten möglich ist, was den Wünschen der Benutzer nach möglichst hoher Transparenz der Übertragungswege entgegensteht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, eine Möglichkeit zur Überwachung der Übertragungsqualität in optischen Netzen möglichst hoher Transparenz zu ermöglichen.

Neben der Überwachung der Übertragungsqualität durch Untersuchung der Bitparität ist es auch bekannt, jeweils wenigstens einen Kanal eines optischen Frequenzmultiplexsignals für Überwachungszwecke zu reservieren. Über diesen Kanal laufen dann die für das Netzmanagement erforderlichen Informationsflüsse, wobei die Parameter dieses Kanals mit Sicherheit bekannt sind und in der Regel ausreichend Übertragungskapazität für Testsequenzen zur Verfügung steht. Auf diese Weise gelangt man zwar an zuverlässige Informationen über die Übertragungsqualität von Netzen hoher Transparenz, setzt aber dabei voraus, daß der Überwachungskanal für alle anderen Übertragungskanäle repräsentativ ist. Die Hypothese, daß alle Kanäle in einem optischen Frequenzmultiplexsystem von einer Störung

gleichermaßen betroffen sind, ist jedoch in vielen Fällen nicht gegeben. Gerade in optischen Netzen gibt es eine Reihe kanalselektiver Störquellen, wie Kanalnebensprechen, Welligkeit von optischen Verstärkern, Konversion von Phasenrauschen in Amplitudenrauschen an Filterflanken und auch weitere Störmöglichkeiten, so daß die Auswertung eines in einem einzelnen Kanal übermittelten Überwachungssignals keine zuverlässigen Angaben über die Übertragungsqualität des optischen Netzes liefern muß. Eine weitere Einschränkung in der Aussagekraft dieses Verfahrens ergibt sich aus dem Umstand, daß der Überwachungskanal in jeder optischen Umschaltvorrichtung, einem sogenannten Crossconnect-Schalter terminiert wird und weder Koppelnetz noch Frequenzumsetzer durchläuft, insbesondere der Frequenzumsetzer wird aber nach dem heutigen Kenntnisstand die Signalqualität entscheidend mit beeinflussen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, daß durch die Merkmale des Kennzeichens des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Von besonderem Vorteil beim erfindungsgemäßen Verfahren ist die Arbeitsweise der Einrichtungen mit gegenüber der Signalfrequenz wesentlich geringeren Arbeitsfrequenzen, so daß sowohl die Realisierung als auch eine fehlerfreie Arbeitsweise mit geringem Aufwand möglich sind. Eine bevorzugte Arbeitsfrequenz des erfindungsgemäßen Verfahrens ist im Patentanspruch 2 und eine bevorzugte Auswertemöglichkeit für die ermittelten Histogramme ist im Patentanspruch 3 beschrieben. Eine wegen des geringen Aufwandes und der geringen Einflußnahme auf die Signalübertragung bevorzugte Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist im Patentanspruch 4 beschrieben.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Dabei zeigt

Fig. 1 eine Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Augendiagramm und eine Dichtefunktion für ein am Entscheider vollständig geöffnetes Auge und

Fig. 3 ein Augendiagramm und eine Dichtefunktion für ein geschlossenes Auge.

In der Fig. 1 ist in den Lichtweg zwischen einem Eingang E und einem Ausgang A ein faseroptischer Richtkoppler FORK eingefügt und durch diesen ein vergleichsweise kleiner Teil der Lichtleistung ausgekoppelt und an den optischen Eingang eines optoelektronischen Wandler OEW abgegeben. Der optoelektronische Wandler OEW, der auch einen Fotostromverstärker beinhalten kann, gibt ein entsprechendes elektrisches Ausgangssignal an einen analogen Abtaster AB ab, der nach dem "sample and hold-Prinzip" arbeitet und bei einer Signalfrequenz von 10 GHz mit einer zur Signalfrequenz asynchronen Taktfrequenz von 100 MHz arbeitet. Derartige analoge Abtaster sind beispielsweise für Samplingoszilloskopen handelsüblich. Mit dem Ausgang des Abtasters AB ist der Eingang eines Analog-Digital-Wandler ADW mit einer Auflösung von 8 Bit entsprechend 256 Stufen verbunden. Der Analog-Digital-Wandler ADW arbeitet mit der gleichen Taktfrequenz wie der analoge Abtaster AB und gibt deshalb im Rhythmus von 100 MHz 8 Bit-Worte an den Eingang eines Rechners RE ab, der für die statistische Auswertung derartiger 8 Bit-Worte eingerichtet ist und einen Speicher für Referenzwerte sowie eine Ausgabereinrich-

tung für die erzeugten Histogramme HI enthält. Der statistischen Auswertung liegt dabei als Voraussetzung zugrunde, daß das zu untersuchende Signal intensitätsmoduliert ist und im NRZ-Code übertragen wird. Die Voraussetzung für die statistische Unabhängigkeit der erzeugten Amplituden-Stichproben ergibt sich zum einen durch die Asynchronität zwischen der Signaltaktfrequenz und der Abtastfrequenz und zum anderen durch die vergleichsweise geringe Abtastfrequenz, durch die mit Sicherheit Stichproben aus voneinander unabhängigen Taktperioden erhalten werden.

Das Ergebnis der Signalabtastung sind die in den Fig. 2a und 3a dargestellten Augendiagramme, wobei es sich bei der Fig. 2a um ein vollständig geöffnetes Auge, also um den optimalen Fall für den Empfang und die Regenerierung digitaler Signale und in der Fig. 3a um das Augendiagramm für ein geschlossenes Auge handelt, also um den Fall eines vollständig verrauschten und verjitterten Empfangssignals, aus dem ein regeneriertes Signal nicht mehr ohne weiteres erzeugt werden kann. In der Fig. 2b ist die Dichtefunktion für das vollständig geöffnete Auge dargestellt, es ist erkennbar, daß die Dichtefunktion beim Momentanwert 0 entsprechend der Amplitude der Null-Bits und beim Momentanwert 1 entsprechend der Amplitude der Eins-Bits signifikante Maxima aufweist, während bei der Dichtefunktion für das geschlossene Auge diese Amplitudenwerte nicht mit signifikanter Wahrscheinlichkeit auftreten. Das es sich bei der Fig. 3b um die Dichtefunktion für ein geschlossenes Auge und nicht um pures Rauschen handelt, ist nur mehr an der geringen Einbuchtung in der Mitte der Dichtefunktion und beim Wert 0,5 u/UI erkennen, die die beiden gesendeten Zustände errahnen läßt, der Bezug auf UI bedeutet den Bezug auf das Einheitenintervall.

Aus den Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen der Fig. 2b und 3b ergeben sich zentrale Momente, die die Grundlage für die weitere Auswertung darstellen. Die Ermittlung von Momenten und die damit im Zusammenhang stehenden Fragen sind beispielsweise von A. Papoulis in "Probability, random variables, and stochastic processes." McGraw-Hill Book Co-Singapore 1986 im Abschnitt 5-4 Momente auf den Seiten 110 und 111 erläutert.

Für das Augendiagramm entsprechend der Fig. 2a ergibt sich beispielsweise ein Wert von 0,045 für ein Moment vierter Ordnung, während dieser Wert für das Augendiagramm entsprechend Fig. 3a bei 0,051 liegt. Ein Moment sechster Ordnung ergibt sich ein Wert von 0,0119 für das offene und von 0,0251 für das geschlossene Auge, für einen Moment achter Ordnung liegen die Werte bei 0,0033 und 0,0159, so daß erkennbar ist, daß sich besonders die höheren geradzahigen Momente für eine Auswertung eignen, wobei die Werte für das geöffnete Auge als Referenzwerte zu verwenden sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Übertragungsqualität transparenter optischer Netze durch Abtastung der Amplitude des Übertragungssignals, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung stichprobenartig erfolgt und dabei die Abtastfrequenz asynchron zur Signalfrequenz und wesentlich kleiner als diese ist, daß die durch die Abtastung gewonnenen Amplitudenproben einer Analog-Digital-Wandlung unterworfen werden und die Auswertung der erzeugten Digitalwerte mittels eines

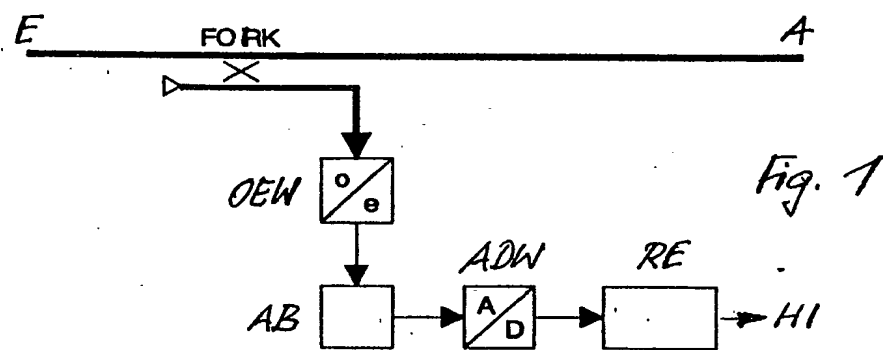
an sich bekannten Verfahrens zur statistischen Stichprobenauswertung erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastfrequenz bei einem Tausendstel der Signalfrequenz liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die statistische Stichprobenauswertung der Digitalwerte durch Bestimmung der zentralen Momente und deren Vergleich mit vorgegebenen Referenzwerten erfolgt.

4. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach Patentansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Lichtweg ein faseroptischer Richtkoppler (FORK) eingefügt ist, dessen erster Ausgang mit einem weiterführenden Anschluß für das Nutzsignal und dessen zweiter Ausgang mit einem Anschluß eines optoelektrischen Wandlers (OEK) verbunden ist, dessen elektrischer Ausgang, ggf. über einen Fotostromverstärker mit einem Signaleingang eines zur Taktfrequenz des Nutzsignals asynchronen Abtasters (AB) verbunden ist, dessen Signalausgang mit einem Analogeingang eines Analog-Digital-Wandlers (ADW) verbunden ist und daß der Ausgang des Analog-Digital-Wandlers (ADW) mit dem Dateneingang eines Rechners (RE) verbunden ist, der für die statistische Auswertung seiner Eingangssignale eingerichtet ist und einen Speicher für Referenzwerte sowie eine Ausgabe-einrichtung enthält.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



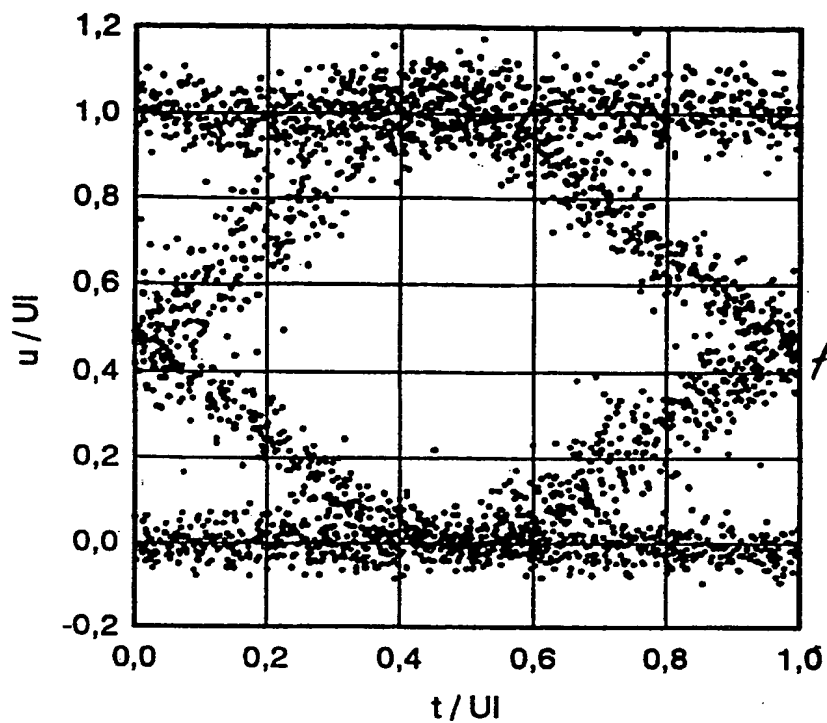


Fig. 2a

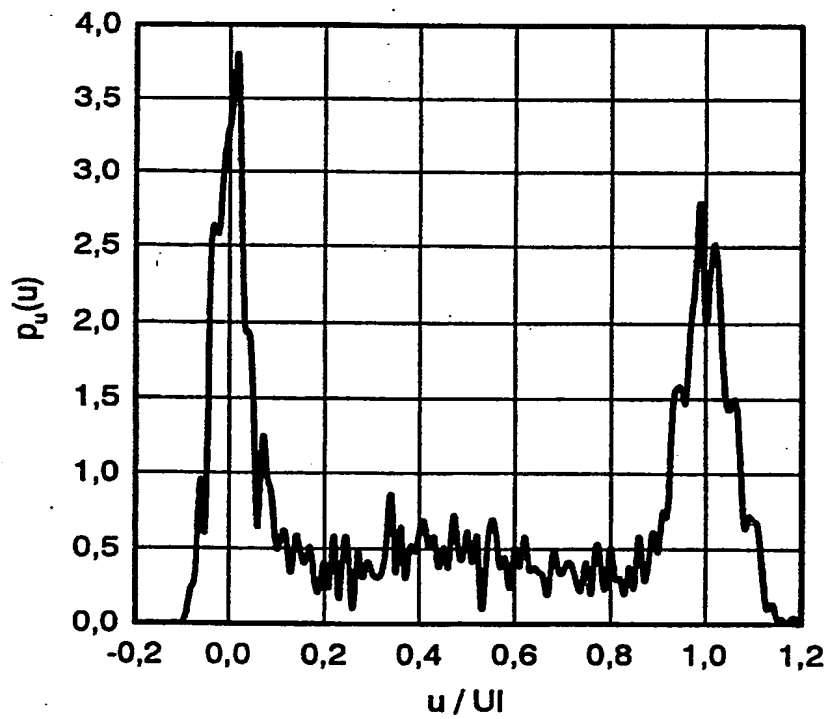


Fig. 2b

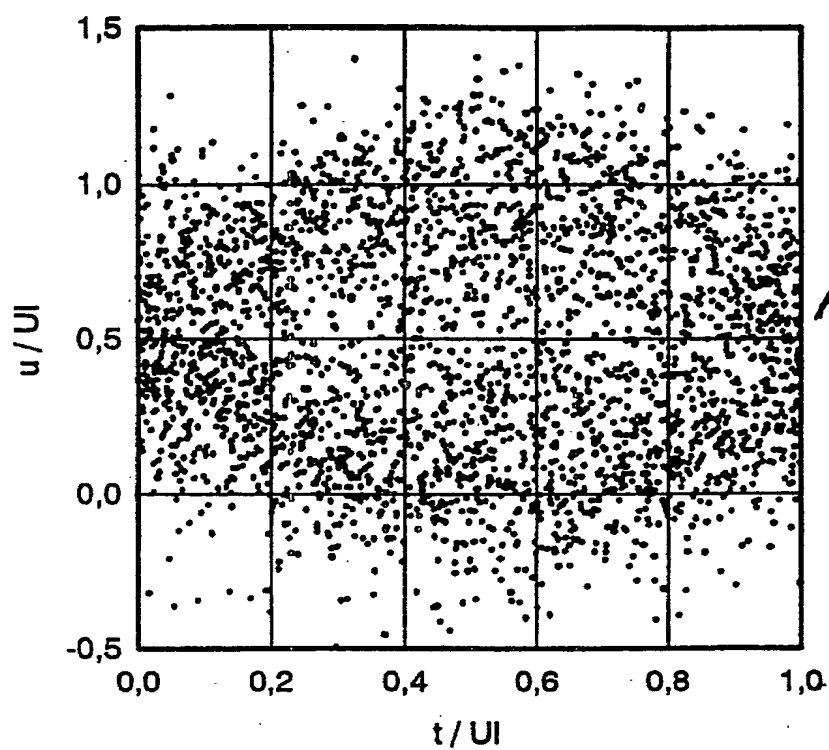


Fig. 3a

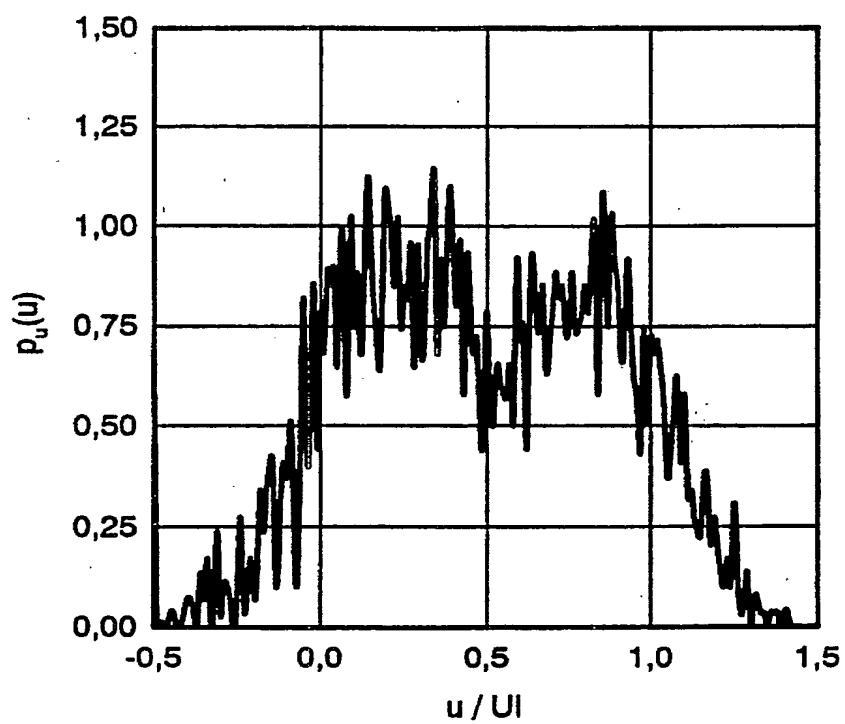


Fig. 3b